УДК 004.4

Владислав Панійван

ПОБУДОВА МОДЕЛІ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ВИДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ОБРАННЯ ЧЕРГ

BUILDING THE MODEL OF QUEUEING SYSTEM FOR PRODUCING RECOMMENDATIONS OF QUEUE CHOICE

У даній статті описано проект створення системи контролю черг для багатоканальних систем масового обслуговування (СМО) з необмеженим очікуванням. В рамках даної статті буде описано побудову моделі СМО для емуляції роботи гірськолижного курорту та створення системи видачі рекомендацій на основі характеристик та стану створеної моделі.

Ключові слова: система масового обслуговування, черга, видача рекомендацій, модель системи.

This article describes the design of a queue monitoring system for multichannel queuing system (QS) with unlimited expectations. Within the framework of this article will be described the construction of the QS model for emulating the work of the ski resort and the creation of a system for issuing recommendations based on the characteristics and state of the created model.

Key words: queuing system, queue, recommendation system, system model.

Актуальність теми дослідження. Проблема керування чергами гостро стоїть у всіх системах масового обслуговування (СМО). Метою даної статті є опис проекту створення системи контролю людського потоку для багатоканальних СМО. Подібна система може знайти своє використання у транспортних вокзалах, торгівельних центрах і магазинах, курортах і місцях масового відпочинку, тощо, за умови можливості оперативного моніторингу людського потоку та рівнозначності черг.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день у більшості СМО відсутня система рекомендацій, або ця система не є достатньо ефективною для вирішення проблеми черг. Створення моделі СМО для емулювання її роботи в реальному часі є першим кроком для створення системи рекомендацій для керування чергами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Варіанти вирішення проблем керування черг значно відрізняються в залежності від характеру системи масового обслуговування, тому не існує єдиного вирішення цього питання. Замість цього протягом років у багатьох галузях масового обслуговування були сформовані неоднозначні практики щодо покращення ситуації з чергами. Більшість публікацій і досліджень на дану тему розглядають вузьку частину питання та мають теоретично-інформаційний характер.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Існуючі системи моделювання СМО здебільшого розроблені з ціллю моделювання потоків виробництва і обробки товарів на підприємствах та, у деяких випадках, для моделювання потоків людей, але в останніх відсутній ряд критично важливих

параметрів моделі, таких як місце знаходження клієнта відносно цілей та врахування часу переміщення клієнтів, тому їх неможливо використовувати для створення системи рекомендацій.

Постановка задачі. У даній роботі описується побудова моделі СМО для емуляції роботи гірськолижного курорту та створення системи видачі рекомендацій на основі характеристик та стану створеної моделі. Основною ціллю видачі рекомендації є мінімізація часу очікування між катаннями.

Викладення основного матеріалу. *Побудова моделі.*Систему гірськолижних трас можна представити у вигляді графу. Вершинами графу будуть точки підйому та спуску. Вершини мають якість наявності людей (черг). Ребрами графу є траси підйому та спуску, а їх вагами – час, який потрібний для спуску або підйому. Окрім черг, вершини графу мають ще додаткову характеристику у вигляді структури даних, що відображає прогнозовану кількість людей, які прибудуть до цієї вершини, а також час через який це здійсниться. Нижче наведено тестовий приклад спроектованої системи та результати її роботи. На рисунку 1 представлена схема системи з трьох вершин (зображені у вигляді кіл та пронумеровані від 0 до 2 всередині). Зв'язки між вершинами позначені стрілками, довжини спусків та підйомів вказані поруч.

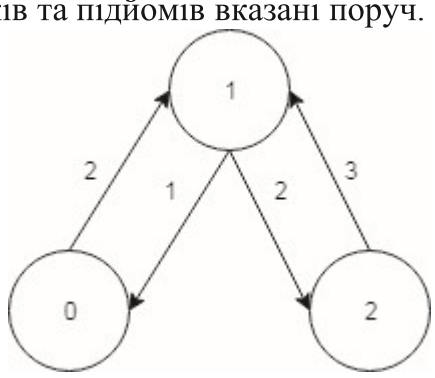

Рис. 1. Схема тестової системи.

У таблиці 1 описано статичні характеристики вершин графу.

Таблиця 1

Статичні дані вершин графу

№ вершиини	Тип вершини	Пропускна здатність чол/хв
0	Підйомник	10
1	Траса	-
2	Підйомник	20

У таблиці 2 описані змінні характеристики графу такі, як: поточна довжина черг та очікувана кількість людей, що прибудуть на підйомник, у деякий час. Для наочності дані наведено для перших декількох хвилин роботи моделі з кроком в одну хвилину.

Таблиця 2

Змінні характеристики вершин протягом роботи системи

Хвилин з початку	№ вершини	Поточна черга	Кількість очікуваних людей
0	0	200	-
	1	0	-
	2	300	-
1	0	190	-
	1	0	10 людей через 1 хвилину 20 людей через 2 хвилину
	2	280	-
2	0	180	-
	1	10	30 людей через 1 хвилину 20 людей через 2 хвилини
	2	260	-
3	0	175	-
	1	30	30 людей через 1 хвилину 20 людей через 2 хвилини
	2	240	5 людей через 1 хвилину
4	0	180	-
	1	30	30 людей через 1 хвилину 20 людей через 2 хвилини
	2	225	15 людей через 1 хвилину

Як можна бачити із таблиці, модель працює коректно, бо кількість людей у системі залишається незмінною. В рамках даного прикладу для симуляції поведінки лижників був використаний закон рівномірного розподілу.

*Видача рекомендацій.*Для лижника, що стоїть на вершині, найкращим шляхом можна вважати той, що мінімізує час очікування після спуску, тобто призводить до найменших затримок між катаннями.

Час очікування можна виразити наступною формулою (1):

$$t = \frac{q}{p} + v, \quad (1)$$

де t – час очікування, q – довжина черги на момент прибуття, p – пропускна здатність підйомника, v – час підйому підйомника. При цьому довжину черги можна обрахувати за формулою (2):

$$q_n = q_0 - p * n + \sum_{i=1}^{n} q'_i, \quad (2)$$

де q_n – довжина черги через n хвилин, q_0 – довжина черги на момент видачі рекомендації, n –тривалість спуску, q'_i – довжина черги яка додасться протягом хвилини i, p – пропускна здатність підйомника.

Приклад роботи системи видачі рекомендацій. Для моделі, що описана у таблицях 1 - 2 та рис. 1, за результатом роботи протягом 4 хвилин система набула наступного вигляду (табл. 3):

Таблиця 3

Стан системи після чотирьох хвилин роботи

№ вершини	Поточна черга	Прибуття людей очікується
0	180	-
1	30	30 людей через 1 хвилину 20 людей через 2 хвилини
2	225	15 людей через 1 хвилину

Для лижника, що знаходиться у вершині 1, постає задача вибору шляху спуску: до вершини 0 чи до вершини 2. У даному випадку, за результатами розрахунків, найкоротший час очікування буде досягнутий при виборі траси до вершини 2 (13.375 хвилин у порівнянні з 19.75 хвилинами), незважаючи на те, що черга у вершині 2 набагато довша. На вибір спуску впливає багато параметрів: час спуску, поточна довжина черги, прогнозована кількість людей за результатами емуляції на момент прибуття, пропускна здатність підйомника та час підйому.

Складання маршруту катання. Наступним кроком у розробці системи може стати покращення системи видачі рекомендацій, а саме: видача рекомендації щодо маршруту катання, який складається з послідовності вершин, що має відвідати лижник (замість видачі рекомендації щодо обрання одного спуску). У цьому випадку, замість мінімізації часу очікування є розумним обрати шлях максимізації корисного часу користувача, тобто відношення катання/очікування:

$$k = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_i}{b_i}, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт корисності катання, ai – час спуску до вершини i, bi – час очікування на вершині i, n – кількість вершин маршруту.

На практиці подібна рекомендація має бути видана не більше ніж на 40 хвилин вперед, в залежності від точності роботи моделі. Таким чином, у середньому кількість вершин n у формулі 3 не буде перевищувати 3. У цьому випадку для вирішення задачі обрання маршруту можна скористатися алгоритмом повного перебору усіх варіантів катання. Кількість підйомників, до яких лижник може спуститися знаходячись на вершині трас, зазвичай лежить у діапазоні від двох до п'яти. Таким чином, найбільша кількість варіантів маршруту, що має бути розглянута для обрання оптимального, буде дорівнювати 5^3,що не є обчислювально складним. Враховуючи специфіку задачі, подібні обчислення можуть бути виконані достатньо швидко для досягнення прийнятного часу відгуку для кожного окремого клієнта системи.

Точність моделі. Для покращення роботи системи, модель СМО має бути доповнена додатковими параметрами в залежності від її характеру. Так, для гірськолижних курортів, одним із ключових параметрів є час спуску лижника та складність трас. У попередніх прикладах час спуску був фіксованої величиною та виражав середнє значення для більшості людей. Наступним кроком для покращення точності моделі може бути врахування навичок окремого користувача для розрахунку часу спуску при видачі рекомендації. Слід зауважити, що для розрахунку руху людської маси, використання середніх значень є оптимальним підходом, але при видачі рекомендації конкретному клієнту його швидкість спуску є критично важливим, так як від часу спуску буде залежати ситуація на підйомниках, з якою користувач зіткнеться.

Одним із рішень даної задачі є побудова регресивної моделі залежності швидкості лижника від його навичок та складності траси. Останні два параметри можуть бути виражені натуральними числами як якісна оцінка по деякій фіксованій шкалі. Дані швидкості для побудови моделі у цьому випадку мають бути взяті з результатів тестів. Таким чином, формула часу спуску лижника буде виглядати наступним чином:

$$w' = v(c, d) * l, \quad (4)$$

де *w'* – час спуску для окремого користувача, *v(c, d)* – функція лінійної регресії для знаходження швидкості лижника в залежності від його навичок та складності траси, *c* – якісна оцінка навичок лижника, *d* – оцінка складності траси, *l* – довжина спуску.

Висновки. У даній статті розглянуто побудову моделі СМО з метою емуляції її роботи для видачі рекомендацій користувачу щодо обрання черги. На практиці дані в подібній системі мають бути доповнені даними з зовнішніх систем спостереження для створення більш чіткої моделі. Також модель може бути ускладнена додатковими параметрами, такими як: ввід-вивід людей із системи, зміна часу спуску залежно від навичок лижника та інші. Використання подібної системи не обмежено гірськолижними курортами. Система може бути застосована для будь-яких СМО.

Список використаних джерел

1. Брамсон М. Стабільна мережа черг з нестабільною моделлю потоку. Вашингтон, 1999.
2. Сандаранпандіан В. Теорія масового обслуговування. Лондон, 2009.
3. Мануел Лагуна. Пірсон Освіта Індія. Моделювання бізнес процесів, симуляція та дизайн. Нью Делі, 2011. С. 178.
4. Харкол-Балтер М. Моделювання продуктивності та дизайн комп'ютерних систем. Політика складання розкладу черг на основі їх розміру. Лондон, 2012. С. 499.

ДОВІДКА ПРО АВТОРІВ

Панійван Владислав Юрійович – бакалавр, кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Paniivan Vladyslav – bachelor, Department of Computer-Aided Management and Data Processing Systems, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute".

VLADISLAV PANIIVAN

BUILDING THE MODEL OF QUEUEING SYSTEM FOR PRODUCING RECOMMENDATIONS OF QUEUE CHOICE

Relevance of research topic. The problem of queue management is acute in all queueing systems. The purpose of this article is to describe the project of creating a human-control system for multichannel queueing systems. Examples of queueing systems that can be used by such a system include transport stations, shopping malls and shops, resorts and places of mass recreation, and any other queueing systems.

Formulation of the problem. For today, the problem of queuing management in most queueing systems remains unresolved. The purpose of this article is to describe the project of creating a human-control system for multi-channel queueing systems with unlimited expectations. An example of such systems can be amusement parks or ski resorts.

Analysis of recent research and publications. The options for managing queue problems vary considerably depending on the nature of the queueing system, so there is no single solution to this issue, but instead, over the years, many areas of queueing systems have been shaped by ambiguous practices to improve the queue situation. Most publications and researches on this topic deal with a narrow part of the issue and have a theoretical and informal character.

Selection of unexplored parts of the general problem. Existing QS simulation systems are mainly designed to model the flow of production and processing of goods at enterprises and in some cases to simulate human flows, but the latter lack a number of critical parameters of the model, such as the location of the customer in relation to the goals and taking into account the time of moving customers, so they can not be used to create a system of recommendations.

Setting the task. Within the framework of this article, the construction of the queueing model for emulating the work of the ski resort and the creation of a system for issuing recommendations based on the characteristics and state of the created model will be described. The main goal of the project is to minimize the waiting time between rides.

Presentation of the main material. The article describes the main stages of creating a system model, its structure and work process. There were also described a model for issuing recommendations based on the created queueing model and options for improving the model.

Conclusion. In this article, the construction of the queueing model is considered in order to emulate its work for issuing recommendations to the user, regarding the choice of the queue. In practice data in a similar system should be supplemented with data from external monitoring systems to create a more precise model. Also, the model may be complicated by additional parameters, such as input/output of people from the system, changing the time of descent depending on the skills of the skier,etc. Using such a system is not restricted to ski resorts and can be applied to any queueing system.